

# INSERTION TYPE POLARIZATION GENERATING EQUIPMENT

**Publication number:** JP2002075699

**Publication date:** 2002-03-15

**Inventor:** KITO HIROSHI

**Applicant:** SUMITOMO SPEC METALS

**Classification:**

- international: **G21K1/093; H01F7/02; H05H7/04; H05H13/04; G21K1/00; H01F7/02; H05H7/00; H05H13/04; (IPC1-7): H05H13/04; G21K1/093; H01F7/02; H05H7/04**

- european:

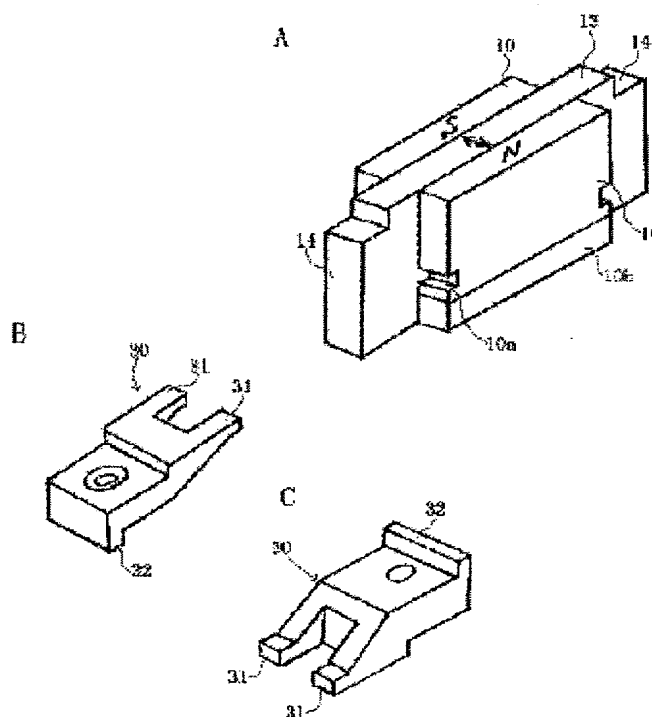
**Application number:** JP20000268940 20000905

**Priority number(s):** JP20000268940 20000905

Report a data error here

## Abstract of JP2002075699

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide insertion type polarization generating equipment having a composition that, to obtain energy of high brightness by increasing the frequency of the magnetic field, board-like pole pieces which have thick board-thickness to an extent that cannot be fixed with bolts, and magnets, can be anchored mechanically by arranging them alternatively, in the insertion type polarization generating equipment using the magnetic circuit in which the pole pieces and the magnets are fixed tightly by anchoring mechanically. **SOLUTION:** A laminate that is formed by sandwiching a board-like magnet 13 with a pair of board-like pole pieces 10 and 10, is arranged in fixing previously on an upper face of a holder using a pole piece clamp element 30 enabling bolt-fixing on the upper face of the holder, which has nail sections 31 for inserting the laminating body in a groove section 10a, by preparing the groove section 10a beforehand on both end face section of each board-like pole pieces 10 and 10. Next, the board-like magnets are arranged in fixing in these both sides using a magnet clamping element having dent parts in which projection parts prepared on both end face sections can be inserted. The laminate in which the board-like magnets and the board-like pole pieces are laminated in the board thickness direction by the necessary pattern by turns, is arranged and fixed mechanically.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-75699

(P 2002-75699A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002. 3. 15)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 5 H	13/04	H 0 5 H 13/04	F 2G085
G 2 1 K	1/093	G 2 1 K 1/093	Z
H 0 1 F	7/02	H 0 1 F 7/02	Z
H 0 5 H	7/04	H 0 5 H 7/04	

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-268940 (P2000-268940)

(22) 出願日 平成12年9月5日 (2000. 9. 5)

(71) 出願人 000183417

住友特殊金属株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号

(72) 発明者 鬼頭 弘

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(74) 代理人 100075535

弁理士 池条 重信 (外1名)

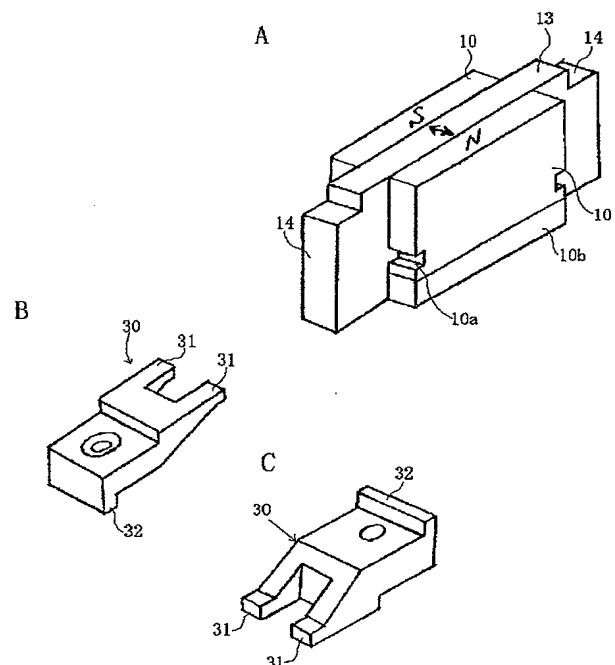
F ターム (参考) 2G085 AA13 BC01 BC06 BE06 DB08  
EA04

(54) 【発明の名称】 挿入型偏光発生装置

(57) 【要約】

【課題】 機械的固着によりボールピースと磁石をタイトに密着固定した磁気回路を用いた挿入型偏光発生装置において、磁界の周期数を増大させて高輝度のエネルギーを得るため、ボルトで止着できない程の板厚みからなる薄肉の板状ボールピースと板状磁石を交互に配置して機械的固着が可能な構成。

【解決手段】 板状磁石 13 を一対の板状ボールピース 10、10 で挟み形成した積層体を、各板状ボールピース 10、10 の両端面部に予め溝部 10a を設けて、この溝部 10a に挿入する爪部 31 を有しホルダー上面にボルト止め可能にしたボールピースクランプ材 30 を用い、先に該積層体をホルダー上面に止着配置し、次にこれらの両側に板状磁石をその両端面部に設けた突起部が嵌入可能な凹部を有する磁石クランプ材によって固着配置し、板状磁石と板状ボールピースを板厚み方向に交互に所要パターンで積層した積層体を機械的に固着配置する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 板状磁石と板状ポールピースを板厚み方向に交互に積層した積層体を機械的に固着配置してなるホルダーを所定配置して磁石列を形成する挿入型偏光発生装置において、板状ポールピースをホルダー上面に止着する手段を有したポールピースクランプ材と、板状磁石をホルダー上面に止着する手段を有した磁石クランプ材とを有し、各クランプ材をホルダーにボルト止めする挿入型偏光発生装置。

**【請求項 2】** ポールピースクランプ材の止着する手段が、ポールピースとクランプ材とが相互に、凹凸嵌合あるいは所要平面部同士で当接する手段である請求項 1 に記載の挿入型偏光発生装置。

**【請求項 3】** 板状ポールピースは、積層方向である板厚み方向の一端面をホルダー上面への載置面とし、該端面に非磁性材を介在させてホルダー上面へ載置し、当該載置方向の長さを板状磁石より短くした請求項 1 に記載の挿入型偏光発生装置。

**【請求項 4】** 積層体が、板状磁石の両側にポールピースを配置してさらに外側に前記磁石厚みの半分の厚みを有する板状磁石を配置した 5 枚組の積層パターンである請求項 1 に記載の挿入型偏光発生装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** この発明は、アンジュレータと呼ばれる挿入型偏光発生装置の磁気回路の改良に係り、接着剤を使用しない機械的な固着機構にて、ボルト止めができないほどの薄肉のポールピースと磁石をタイトに密着固定したハイブリット型磁気回路からなる挿入型偏光発生装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 光速に近い電子ビームが磁界中を通過すると電磁波、すなわちシンクロトロン放射光を発生するが、シンクロトロン放射光源としてこれを電子貯蔵リングに用いることにより、シンクロトロン放射の基本的性質である高指向性、高強度、高偏光性等の特性を種々活用できることから、科学技術、加工技術への多種多様の応用が可能な理想的な光源として飛躍的に応用範囲が拡大されている。

**【0003】** 今日の電子貯蔵リングには、より高いビーム電流、小さなビーム断面積による高輝度光源であるウイグラーまたはアンジュレータと呼ばれる挿入型光源が複数用いられている。

**【0004】** すなわち、異磁極磁石を交互に配置して磁界方向が交互に変化する磁界中に光速に近い電子ビームを通過させると、電子ビームの軌道が曲げられる（蛇行）ごとに強い光（放射光）が発生し、その光が相互に干渉し合いより輝度の高い光が得られるが、蛇行角度の違いから、磁界の周期数（N）の 2N 倍の光が得られるタイプがウイグラー、これより磁界が弱く電子軌道の振

幅が極めて小さいが  $N^2$  の強度の光が得られるタイプがアンジュレータと呼ばれている。

**【0005】** 挿入型偏光発生装置の構成は、所要寸法の多数個の磁化方向が異なる磁石を、磁界方向が交互に変化するように所要パターンで配列した一対の磁石列を、垂直支柱に種々の機械的支持機構を用いて相対向させてあり、所定の波長の高輝度放射光を得るためには磁界強度を変化させる必要があり、この磁石列間を所要のギャップ（Lg）寸法に調整位置決めできるように構成してある。

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】** 発明者は、挿入型偏光発生装置を構成するポールピースと磁石からなるハイブリット型の磁気回路において、接着剤を使用しないで磁気回路を形成できる構成として、先に機械的な固着にてポールピースと磁石をタイトに密着固定した磁気回路からなる挿入型偏光発生装置を提案（特開平 9-213499 号）した。

**【0007】** すなわち、図 3 に示すごとく、2 枚の板状磁石 11 とこれに挟まれた板状ポールピース 10 とで 1 ユニットとしてこれを長尺棒状の非磁性ホルダー 1 の上面に載置して固着する際に、ホルダー 1 上面に載置した板状ポールピース 10 はその載置端面にボルトを螺着して固着され、さらにこの板状ポールピース 10 の両主面に板状磁石 11、11 を着設して、板状磁石 11 の載置方向の両端部に設けた突起部 12 を磁石クランプ材 20 の凹部 21 と嵌合させ、このクランプ材 20 をホルダー 1 の上面にボルトで止着することにより、板状ポールピース 10 を挟む一対の板状磁石が強固に固着できる。

**【0008】** 一方、かかる構成により、超高真空中にも使用できる接着剤を使用しないで磁気回路を形成できるようになった挿入型偏光発生装置では、さらに輝度の高い光が要求されている。高輝度のエネルギーを得るため、同じ長さの磁石列において、磁界の周期数を増大させる、すなわち板状磁石厚みを薄くして周期長さを短くすることが要求されている。

**【0009】** 磁界の周期長さを短くするために板状磁石と板状ポールピースの板厚みを薄くすると、前記機械的固着の構成では、板状ポールピースをボルトで非磁性ホルダーに止着することができず、板状ポールピースと板状磁石を交互に配置した磁石列ユニットを形成できない問題がある。

**【0010】** この発明は、前述した機械的固着によりポールピースと磁石をタイトに密着固定した磁気回路を用いた挿入型偏光発生装置において、高輝度のエネルギーを得るため、ボルトで止着できない程の板厚みからなる薄肉の板状ポールピースと板状磁石を交互に配置して機械的固着が可能な構成を提案することを目的としている。

**【0011】**

【課題を解決するための手段】発明者は、薄肉の板状ボールピースと板状磁石を非磁性ホルダーに機械的固着できる構成を目的に種々検討した結果、例えば板状磁石を一对の板状ボールピースで挟み形成した積層体で、各板状ボールピースの両端面部に予め溝部を設けて、この溝部に挿入する爪部を有しホルダー上面にボルト止め可能にしたボールピースクランプ材を用い、先に該積層体をホルダー上面に止着配置し、次にこれらの両側に板状磁石を図3と同様構成の磁石クランプ材を用い、3枚の板状磁石をホルダー上面に止着配置することにより、3枚の板状磁石と2枚の板状ボールピースとの所要積層パターン

の積層体をホルダーに強固に固着できることを知見し、この発明を完成した。

【0012】すなわち、この発明は、板状磁石と板状ボールピースを板厚み方向に交互に所要パターンで積層した積層体を機械的に固着配置してなるホルダーを所定配置して磁石列を形成する挿入型偏光発生装置において、板状ボールピースをホルダー上面に止着する手段、例えば、ボールピースとクランプ材とが相互に、凹凸嵌合あるいは所要平面部同士で当接する手段を有したボールピースクランプ材と、板状磁石をホルダー上面に止着する手段を有した磁石クランプ材とを有し、各クランプ材をホルダーにボルト止めすることを特徴とする挿入型偏光発生装置である。

【0013】また、この発明は、上記の構成において、板状ボールピースが、積層方向である板厚み方向の一端面をホルダー上面への載置面とし、該端面に非磁性材を介在させてホルダー上面へ載置し、当該載置方向の長さを板状磁石より短くした構成、積層体が、板状磁石の両側にボールピースを配置してさらに外側に前記磁石厚みの半分の厚みを有する板状磁石を配置した5枚組の積層パターンである構成、を併せて提案する。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】この発明による挿入型偏光発生装置の構成を図面に基いて詳述する。ホルダー1は、図1Cに示すごとく、図3Aに示す構成と同様に上面に浅い階段状の凹みを有する長尺棒状の非磁性材からなる。

【0015】ホルダー1の中央部の凹みである着設座2には、図1Bに示すごとく、中央部の板状磁石13を挟む板状ボールピース10、10とこれを挟む先の磁石13の半分の厚みからなる板状磁石11、11の5枚、すなわち磁石とボールピースを板厚み方向に積層する、図3Aに示すごとく従来の2つの磁石列ユニットの配列状態からなる積層体を1つのホルダー1上に配置して着設する。

【0016】詳述すると、ホルダー1の長手方向の両側に設けたL型座面3に、2種のクランプ、すなわち磁石クランプ材20とボールピースクランプ材30をボルト止めする機械的固着によって、前記積層体は着設座2に載置方向である積層体上面から下面側の載置面方向へ、

かつホルダー1の外側から中心方向へと固定配置される構成である。

【0017】組立手順を追って各構成を説明すると、まず図1A及び図2に示すごとく、2枚の板状ボールピース10、10により、板厚み方向に磁化（図中M方向）された板状磁石13を挟む3枚をホルダー1の中央部の着設座2に載置して、板状ボールピース10の載置方向の両端面に設けた溝部10aに外側からボールピースクランプ材30のフォーク状の爪部31を挿入してボールピースクランプ材30を上面よりホルダー1にボルトで止着する。

【0018】ボールピースクランプ材30は、図2B、Cに示すごとく、前記フォーク状の爪部31と反対側にL字型に突設する鉤部32を、ホルダー1のL型座面3に設ける溝部内に嵌め込むことにより、ボルト止め時の位置決めが確保される。

【0019】これら板状ボールピース10、10は、ボールピースクランプ材30、30間の長さが板状磁石13より短く構成し、また、ホルダー1上に載置するに際して載置面側の下端面に非磁性材10bを介在させて、積層体としての上面を平坦に揃えて載置方向の長さ（高さ）を板状磁石13より短く構成している。なお、板状ボールピース10は高さを板状磁石13と揃えてあるいは短くしてホルダー1上に直接載置することも可能である。

【0020】ここで、板状磁石13を挟む板状ボールピース10、10の上面側には相互に異なる磁極が形成される。また、板状ボールピース10、10の上述した小寸法化の構成により磁石列を形成した時、漏洩磁束を低減してビームが照射される上面側に磁束をより集中させることが可能となる。

【0021】次に、前記板状ボールピース10の外側主面に、それぞれ板厚み方向に磁化した板状磁石11主面を、各々ボールピース10、10を介して板状磁石13と同磁極が対向するように当接させて、図3Bと同様構成の磁石クランプ20をホルダー1にボルト止めする機械的固着によって、前記積層体の3枚の板状磁石11、13、11は載置方向の両端面が拘束されて、板状磁石11、13、11の上面から下面方向へ、かつホルダー1の外側から中心方向へと固定配置される。

【0022】すなわち、各板状磁石11の載置方向の両端面は、図3Aに示す構成と同様に、ここでは各々上側端部を切り欠き、段差を設けかつ主面側からL型座面3方向へ傾斜させた突起部12に形成してある。中央の板状磁石13には、載置方向の両端面の上側端部を切り欠き、段差を設けて形成した突起部14を設けてある。

【0023】また、非磁性材からなるブロック状の磁石クランプ材20は、座面3に当接するその下面を反転して上側に図示する図1Dに示すごとく、磁石11に対向する面に凹部21が設けられ、ここでは磁石クランプ材

10

20

30

40

50

20の下面から上面にV字型溝を設けるがごとく図で水平にV字型に開く形状であるが、V字型溝は上面にまで達することなく所要厚みのひさし部22が残され、ひさし部22は板状磁石11の突起部12の上面(板状磁石11の切り欠きした端面上部)と中央の板状磁石13に設けた突起部14の上面段差に当接するよう形成してある。

【0024】磁石クランプ材20は、先に着設されたボールピースクランプ材30を避ける段差部24を設けてL型座面3に配置される構成で、その凹部21には、ホルダー1の着設座2に配列された3枚の磁石11、13、11の突起部12、14が嵌入するもので、ひさし部22は板状磁石11、13の突起部12、14の上面に当接し、V字型溝部分には板状磁石11の突起部12の傾斜面先端が当接する。

【0025】ここで、磁石クランプ材20、20が積層体の載置方向、並びにホルダー1の外側から中心方向へボルトにて固着されると、磁氣的に反発状態にある3枚の磁石11、13、11はホルダー1上面に押圧されかつ凹部21のV字型溝部分で磁石がボールピース10の両主面へ押圧されて密着する。

【0026】ボールピースクランプ材によるボールピースの止着手段は、上述のクランプ材30の爪部31とボールピース10側の溝部10との凹凸嵌合の他、ボールピースの載置方向の端面に凸部を設けてクランプ材の凹部と嵌合させるなど、ボールピースとクランプ材とが相互に凹凸嵌合する方法が採用できる。また、該端面下部に階段状の段差を突設してこれに合うように逆向き段差を設けたクランプ材で押さえたり、さらには該端面に傾斜(テーパ)面を設けてこれに合うように逆向きテーパ面を設けたクランプ材で押さえるなど、ボールピースとクランプ材とが相互に所要平面部同士で当接する方法が採用できる。

【0027】磁石クランプ材20のL型座面3への当接面は、図1Dに示すごとく、凹部21とは反対側に鉤部23が突設してあり、磁石クランプ材20をL型座面3へボルト締めする際に凹部21と板状磁石11の突起部12との食い込みを良好にする機能を有している。また、ホルダー1の外側から長手方向へボルトのねじ込みによる押圧力で3枚の磁石11、13、11とボールピース10、10の各主面相互の密着度が調整される。

【0028】磁石クランプ材20の凹部21の形状は、一対の磁石11、11の突起部と嵌合して磁石11を拘束できればいずれの形状も選定できるが、磁石がボールピース10の両主面へ押圧密着させることができる水平にU、V字型に開く形状が望ましい。また、ひさし部22の形状は、図1のごとく段差部分との嵌合の他、突起部12の上面をテーパ面としてこれに密着するように傾斜面に形成することができ、さらには、ひさし部22の厚みを薄く延出させて板状磁石11の上面端を被覆す

るがごとく接触させることもできる。

【0029】板状磁石をホルダー上面に止着する磁石クランプ材の止着手段としては、上記U、V字型凹部による構成の他、凹凸嵌合やテーパ面による当接などの公知の機械的係合方法が採用できる。

【0030】図1に示す挿入型偏光発生装置を構成する磁石列ユニットは、図3の従来と同様寸法の1つのホルダー1に従来の2ユニット分を載置固定することができる。これらは組立後にユニット毎に磁気特性の測定が行われ、磁石はもちろん全ての構成部品寸法を高精度に加工することにより、所定位置で所定の磁界を発生させることが可能である。また、磁力などに差が出た場合には、図1Cに示すように板状ボールピースの下面に貫通到達するホルダー1の裏面に設けたねじ孔5に磁石片を挿入した後、非磁性ねじにて螺合固着させ、磁石長さやその磁気特性を変えることにより、該磁界の調整を行うことができる。

【0031】各部の材質には、非磁性材のホルダー1や磁石クランプ材20、ボールピースクランプ材30には、ステンレス鋼、アルミ合金、銅、無酸素銅等を用いることができる。板状ボールピース10にはパーメンジュール、純鉄等を用いることができる。板状磁石11、13には高磁気特性のR-Fe-B系統結磁石等の希土類磁石が採用できる。特に、ビーム照射時に温度上昇を避けるため、ホルダーを固定するベースに冷却水を流して所定温度に保持する構成となした場合は、ホルダーや各クランプ材に伝熱性に優れた銅、無酸素銅等を用いることができる。

【0032】また、ボールピースや板状磁石には、超高真空雰囲気で使用する場合、腐食や材料からの発生、放出ガスにより、超高真空雰囲気を維持できなくなる可能性があるため、要求される真空度や使用する材質に応じて、表面に緻密な被膜を設けることが必要で、被膜には下地との密着性がすぐれ緻密な金属被膜であるTiN被膜が望ましい。

【0033】上述の構成例では、板状磁石と板状ボールピースからなる積層体が5枚の積層構造である場合を説明したが、例えば積層方向中央部に位置する比較的厚みの厚い板状磁石13を2枚の板状磁石にて構成することも可能である。

【0034】

【実施例】実施例

無酸素銅からなるホルダー寸法が幅17mm、長さ105mm、最大高さ21mm、着設座高さ10mm、パーメンジュールからなる板状ボールピース寸法が幅2.9mm、長さ42mm、高さ13mm、BH(max)33MOeのR-Fe-B系統結磁石からなる板状磁石寸法が幅2.8mm及び幅5.6mm、長さ52mm、高さ15mm、同突起部寸法が長さ2mm、高さ13mmで、傾斜面を磁石幅の半分まで設け、SUS316Lか

らなるボールピースクランプ材寸法は幅 10 mm、長さ 5 mm、最大高さ 5.5 mm、無酸素銅からなるクランプ材寸法は幅 11.5 mm、長さ 18 mm、最大高さ 12 mm に設定して、図 1 に示す磁石列ユニットを作製した。

#### 【0035】従来例

SUS316L からなるホルダー寸法が幅 12 mm、長さ 91 mm、最大高さ 21 mm、着設座高さ 10 mm、パーメンジュールからなる板状ボールピース寸法が幅 4 mm、長さ 42 mm、高さ 15 mm、BH (max) 3 MOe の R-Fe-B 系焼結磁石からなる板状磁石寸法が幅 4 mm、長さ 52 mm、高さ 15 mm、同突起部寸法が長さ 2 mm、高さ 13 mm で、傾斜面を磁石幅の半分まで設け、SUS316L からなるクランプ材寸法は幅 11.5 mm、長さ 18 mm、最大高さ 12 mm に設定して、図 3 に示す磁石列ユニットを作製した。

【0036】上記の磁石列ユニットを U 型ヨーク内に挿入配置して磁気的な閉回路を構成し、磁石列ユニットのボールピースと U 型ヨーク底面との距離を 2 mm に設定した後、U 型ヨーク底面部に配置した磁気検出素子にて磁束密度を測定した。上記構成からなるこの発明の磁石列ユニットは、上記の測定方法で 10000 G 以上の値を得た。従来例の磁石列ユニットは 9000 G 以下の値を得た。

#### 【0037】

【発明の効果】この発明は、挿入型偏光発生装置における機械的な固着にてボールピースと磁石をタイトに密着固定した磁気回路において、ボルトで止着できない程の板厚みからなる薄肉の板状ボールピースと板状磁石を交互に配置して機械的固着を可能にしたことにより、従来と同様寸法の 1 つのホルダー 1 に従来の 2 ユニット分を載置固定することができ、一段と高輝度のエネルギーを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 A は挿入型偏光発生装置を構成する磁石列ユニットであり、これに装着されたボールピースクランプ材とそれに拘束された部材を示す上面説明図であり、B は A の磁石列ユニットにさらに装着されたクランプ材とそれに拘束された部材を示す上面説明図であり、C は B 図の斜視正面説明図、D はクランプ材の斜視説明図である。

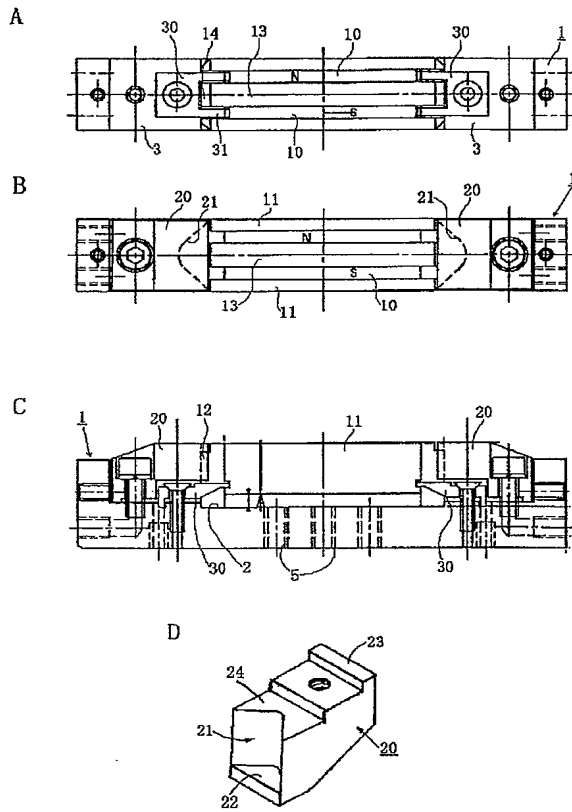
【図 2】図 2 は図 1 のボールピースクランプ材と板状磁石と板状ボールピースの構成を示す斜視説明図であり、A は板状磁石と板状ボールピース、B、C はクランプ材を示す。

【図 3】A は従来の挿入型偏光発生装置を構成する磁石列の 2 ユニット分を示す斜視説明図であり、B はクランプ材の斜視説明図である。

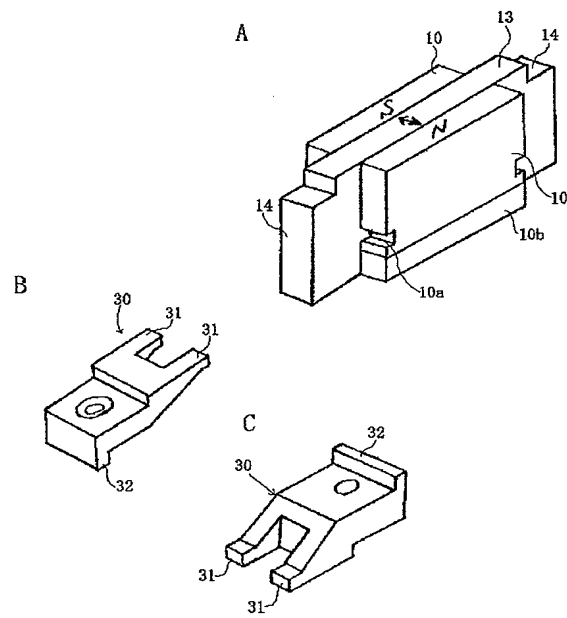
#### 【符号の説明】

- 1 ホルダー
- 2 着設座
- 3 L 型座面
- 4 孔部
- 5 ねじ孔
- 10 板状ボールピース
- 10a 溝部
- 10b 非磁性材
- 11, 13 板状磁石
- 12, 14 突起部
- 20 磁石クランプ材
- 21 凹部
- 22 ひさし部
- 23, 32 鉤部
- 24 段差部
- 30 ボールピースクランプ材
- 31 爪部

【図 1】



【図 2】



【図 3】

